

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06175346 A**

(43) Date of publication of application: **24 . 06 . 94**

(51) Int. Cl

**G03F 1/08**  
**H01L 21/027**

(21) Application number: **04324347**

(71) Applicant: **HOYA CORP**

(22) Date of filing: **03 . 12 . 92**

(72) Inventor: **OKUBO YASUSHI**

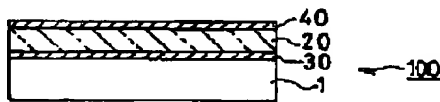
**(54) PRODUCTION OF PHASE SHIFT MASK AND  
PHASE SHIFT MASK BLANK**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide a process for production of the phase shift mask which make it possible to form the boundary faces partitioning the contours of phase shift parts nearly perpendicularly to a substrate surface and a phase shift mask blank to be used in this process for production.

**CONSTITUTION:** A film forming stage for forming films including a phase shift film 20 for forming the phase shift parts on a transparent substrate 1 is provided with an auxiliary film forming stage for forming an auxiliary film 40 having resistance to an etching treatment in a patterning treatment with or without intermediary of other films on the phase shift film 20, thereby, the boundary faces partitioning the contours of the phase shift parts formed after the pattern forming stage are formed nearly perpendicularly to the surface of the transparent substrate 1.

**COPYRIGHT:** (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-175346

(43)公開日 平成 6年(1994) 6月24日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A	7369-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 P
		7352-4M		3 1 1 W

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-324347

(22)出願日 平成 4年(1992)12月 3 日

(71)出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号

(72)発明者 大久保 靖

東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 ホーヤ株式会社内

(74)代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外 2 名)

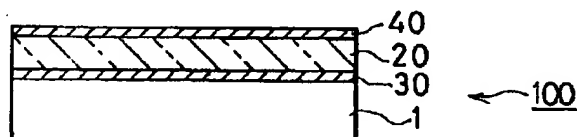
(54)【発明の名称】 位相シフトマスクの製造方法及び位相シフトマスクブランク

(57)【要約】

【目的】 位相シフト部の輪郭を仕切る境界面をほぼ基板表面に対して垂直に形成できるようにした位相シフトマスクの製造方法及びその製造方法に用いる位相シフトマスクブランクを提供する。

【構成】 透明基板 1 上に位相シフト部を形成するための位相シフト膜 2 0 を含む膜を形成する成膜工程に、位相シフト膜 2 0 の上に他の膜を介して又は介さずに前記パターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜 4 0 を形成する補助膜形成工程を設けたことにより、パターン形成工程後に形成された位相シフト部の輪郭を仕切る境界面をほぼ透明基板 1 の表面に対して垂直に形成できるようにした。

1:透明基板  
20:位相シフト膜  
30:半透光膜  
40:補助膜  
100:位相シフトマスクブランク



Express Mail #EL719 795338US

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に、転写パターンが形成され、かつ、該パターン中には該パターンを通過する光の一部の位相をシフトさせる位相シフト部が設けられた位相シフトマスクを製造する位相シフトマスクの製造法において、

前記透明基板上に前記位相シフト部を形成するための位相シフト膜を含む膜を形成する成膜工程と、

少なくとも前記位相シフト膜にエッチング処理を含むパターン化処理を行なうパターン形成工程とを有し、

前記成膜工程には、前記位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに前記パターン形成工程における位相シフト膜のパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜を形成する補助膜形成工程を備えたことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の位相シフトマスクの製造方法において、

前記成膜工程は、透明基板上に遮光性膜パターンを形成し、該遮光性膜パターンの上に位相シフト膜を形成し、該位相シフト膜の上に前記補助膜を形成する工程を含むものであることを特徴とした位相シフトマスクの製造方法。

【請求項3】 請求項1に記載の位相シフトマスクの製造方法において、

前記成膜工程は、透明基板上に位相シフト膜を形成し、該位相シフト膜の上に遮光性膜パターンを形成し、該遮光性膜パターンの上に前記補助膜を形成する工程を含むものであることを特徴とした位相シフトマスクの製造方法。

【請求項4】 請求項1に記載の位相シフトマスクの製造方法において、

前記成膜工程は、透明基板上に実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光膜を形成し、この半透光膜の上に位相シフト膜を形成し、この位相シフト膜の上に前記補助膜を形成する工程を含むものであることを特徴とした位相シフトマスクの製造方法。

【請求項5】 請求項4に記載の位相シフトマスクの製造方法において、

前記半透光膜と前記補助膜とを同じ材料で構成し、かつ、前記パターン形成工程において、前記半透光膜にパターン化処理を行う際に同時に前記補助膜を除去するようにしたことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれかに記載の位相シフトマスクの製造方法に用いる位相シフトマスクブランクであって、

透明基板上に、位相シフト膜と、該位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに設けられており、位相シフト膜に施すパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜とを有する位相シフトマスク

ランク。

【請求項7】 請求項4ないし5に記載の位相シフトマスクブランクの製造方法に用いる位相シフトマスクブランクであって、

透明基板上に、実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光膜と、位相シフト膜と、該位相シフト膜に施すパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜とを有する位相シフトマスクブランク。

10 【請求項8】 請求項7に記載の位相シフトマスクブランクにおいて、

前記半透光膜と前記補助膜とを同じ材料で構成したことを特徴とする位相シフトマスクブランク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることにより、転写パターンの解像度を向上できるようにするした位相シフトマスクの製造方法及びその方法を実施する際に用いる位相シフトマスクブランクに関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体LSI等を製造する際には、微細パターン転写が行われるが、その転写を行うマスクの1つとして位相シフトマスクがある。この位相シフトマスクは、マスクを通過する露光光間に位相差を与えることにより転写パターンの解像度を向上できるようにしたものである。この位相シフトマスクとしては、例えば、通称、エッジ強調型位相シフトマスク（特開平2-140743号公報参照）、クロムレス型位相シフトマスク（特開平2-78216号公報参照）及びハーフトーン型位相シフトマスク（特開平2-136854号公報参照）と呼ばれるものが知られている。

【0003】図18はエッジ強調型位相シフトマスクの構成を示す断面図である。図18に示されるように、この位相シフトマスク70は、透明基板71上に遮光性膜パターン73及び位相シフト膜パターン72を形成したものである。遮光性膜パターン73は、遮光性膜が除去されていて露光光Lを通過できるようにした光通過部73aと、遮光性膜が設けられていて露光光Lを遮断するようにした遮光部73bとで構成され、一方、位相シフト膜パターン72は、位相シフト膜が除去されていて通過する露光光Lの位相を変化させない非シフト部72aと、位相シフト膜が設けられていて通過する露光光Lに所定の位相シフトを与える位相シフト部72bとで構成されている。この場合、位相シフト部72bは、位相シフト膜を遮光部72bの全体を覆いかつその一部がその両側の光通過部73aにはみだすように設けることによって形成している。換言すると、光通過部73aの中央部を除く両側に位相シフト部72bが形成されるようにしたものである。これにより、光通過部73aの中央部

を通過する露光光とその両側を通過する露光光とに位相差が生ずるようにし、中央部を通過する露光光の振幅分布の必要以上の拡がりを防止して解像度の高いパターン転写を可能にしたものである。

【0004】また、図19はクロムレス型位相シフトマスクの構成を示す断面図である。図19に示されるように、この位相シフトマスク80は、透明基板81上に位相シフト膜パターン82のみを形成したものである。すなわち、遮光性膜を用いることなく転写パターンを形成できるようにしたもので、位相シフト膜パターン82の非シフト部82aと位相シフト部82bとの境界部を通過した光が回折によって互いに回り込み、直進通過した光とその位相差によって相殺されて影を形成することを利用して微細転写パターンを形成させるようにしたものである。

【0005】さらに、図20はハーフトーン型位相シフトマスクの構成を示す断面図である。図20に示されるように、この位相シフトマスク90は、透明基板91上に、光通過部93aと半透光部93bとで構成される半透光膜パターン93が形成され、この半透光部93bの上に位相シフト部92bが重ねて形成され、非シフト部92aが上記光通過部93bと同一の領域に形成されるようにした位相シフト膜パターン92を設けたものである。半透光部93bは実質的に露光に寄与しない程度の弱い光を透過させるものであるが、この半透光部93bを透過する光に位相シフト部92aによって位相シフトを加えることにより、この半透光部93bによる位相シフト量と位相シフト部92aによる位相シフト量との和が $180^\circ$ になるようにして、光通過部93aと半透光部93bとを通過した光の位相が互いに反転するようにし、これによりこれらの境界部を通過した光が互いに打ち消しあって境界部のコントラストが向上されるようにしたものである。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述の位相シフトマスクは、いずれも位相シフト部と光通過部とを隣接させたときに両者を通過する光の位相差によってその境界部で光が互いに相殺されることを利用したものである。ここで、この境界部における相殺効果を良好に得るためには、位相シフト部の光通過部に対する境界面が透明基板表面に対して垂直になっている必要がある。これは、もし、この境界面が基板に対してある角度をなして断面がテーパ状になっていると、この境界部における位相シフト量がテーパ状面に沿って徐々に変化し、所定の相殺効果が得られなくなるからである。

【0007】ところが、従来の位相シフトマスクの製造方法では、位相シフト部の光通過部に対する境界面を透明基板表面に対して垂直に形成することが困難であるという問題があった。これは、特に位相シフトマスクの高密度パターンを形成する際に一般的に用いられる高感度

レジスト自体が、そのパターンの輪郭を仕切る境界面を基板表面に対して垂直に形成できず、その断面が基板表面に対してある角度をなしたテーパ状に形成されてしまうことに起因する。すなわち、このようにパターンの輪郭を仕切る境界面がテーパ状になっているレジストパターンをマスクにしてエッチングを行なうと、例えば、ウェットエッチングに比較してアンダーカットやサイドエッチングが少ないドライエッチングを採用したとしても、このエッチングによって形成されるパターンの境界面はテーパ状に形成されてしまう。図21はこの様子を示すものであり、図21(a)はエッチング開始当初の様子であり、図21(b)はエッチング終了時の様子を示すものである。図21(a)に示されるように、基板61上に形成された位相シフト膜620の上にレジストパターン65を形成し、このレジストパターン65をマスクにしてエッチングガスGによりエッチングを行なう。この場合、レジストパターン65のパターンの輪郭を仕切る境界面65cがテーパ状になっていると、エッチング開始当初は問題ないが、図15(b)に示されるように、エッチングが進行するにつれてある程度レジストもエッチングされるので、エッチング終了時においては、形成された位相シフト膜パターン62における位相シフト部62bと非シフト部62aとを仕切る境界面62cがテーパ状に形成されてしまう。

【0008】なお、これを防止する方法として、高いコントラストを有しかつドライエッチングに対して耐性を有するレジストを用いる方法が考えられるが、このようなレジストは低感度のものしか存在しない。低感度のレジストでは、これにパターン描画する際に高いドーズ量及び長い描画時間を必要とするので、高精度かつ高密度が必須の位相シフトマスクに用いることは事実上極めて困難である。

【0009】本発明は、上述の背景のもとでなされたもので、位相シフト部の輪郭を仕切る境界面をほぼ基板表面に対して垂直に形成できるようにした位相シフトマスクの製造方法及びその製造方法に用いる位相シフトマスクブランクを提供することを目的としたものである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために本発明にかかる位相シフトマスクの製造法は、

(1) 透明基板上に、転写パターンが形成され、かつ、該パターン中には該パターンを通過する光の一部の位相をシフトさせる位相シフト部が設けられた位相シフトマスクを製造する位相シフトマスクの製造法において、前記透明基板上に前記位相シフト部を形成するための位相シフト膜を含む膜を形成する成膜工程と、少なくとも前記位相シフト膜にエッチング処理を含むパターン化処理を行なうパターン形成工程とを有し、前記成膜工程には、前記位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに前記パターン形成工程における位相シフト膜のバ

ターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜を形成する補助膜形成工程を備えたことを特徴とする構成とした。

【0011】また、構成1の態様として、(2) 構成1の位相シフトマスクの製造方法において、前記成膜工程は、透明基板上に遮光性膜パターンを形成し、該遮光性膜パターンの上に位相シフト膜を形成し、該位相シフト膜の上に前記補助膜を形成する工程を含むものであることを特徴とした構成、又は、(3) 構成1の位相シフトマスクの製造方法において、前記成膜工程は、透明基板上に位相シフト膜を形成し、該位相シフト膜の上に遮光性膜パターンを形成し、該遮光性膜パターンの上に前記補助膜を形成する工程を含むものであることを特徴とした構成、又は、(4) 構成1の位相シフトマスクの製造方法において、前記成膜工程は、透明基板上に実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光膜を形成し、この半透光膜の上に位相シフト膜を形成し、この位相シフト膜の上に前記補助膜を形成する工程を含むものであることを特徴とした構成とし、また、この構成4の態様として、(5) 構成4の位相シフトマスクの製造方法において、前記半透光膜と前記補助膜とを同じ材料で構成し、かつ、前記パターン形成工程において、前記半透光膜にパターン化処理を行う際に同時に前記補助膜を除去するようにしたことを特徴とする構成とした。

【0012】さらに、本発明にかかる位相シフトマスクブランクは、(6) 構成1ないし5のいずれかの位相シフトマスクの製造方法に用いる位相シフトマスクブランクであって、透明基板上に、位相シフト膜と、該位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに設けられており、前記位相シフト膜に施すパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜とを有する構成、又は、(7) 構成4ないし5の位相シフトマスクブランクの製造方法に用いる位相シフトマスクブランクであって、透明基板上に、実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光膜と、位相シフト膜と、該位相シフト膜に施すパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜とを有する構成とし、また、構成7の態様として、(8) 構成7の位相シフトマスクブランクにおいて、前記半透光膜と前記補助膜とを同じ材料で構成したことを特徴とする構成としたものである。

【0013】

【作用】上述の構成1によれば、成膜工程に、位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに前記パターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜を形成する補助膜形成工程を設けたことにより、パターン形成工程で、この補助膜もパターン化し、その上にパターン形成用レジストパターンを設けてこれをマスクにしてエッチングを行うことにより、このエッチングが

進行するにつれてある程度レジストもエッチングされるが、この補助膜のエッチング耐性作用によってその影響が位相シフト膜のパターンを仕切る境界面には及ばないようにすることができる。これにより、位相シフト膜パターンの位相シフト部の光通過部に対する境界面が透明基板表面に対して垂直になるように形成することが可能になる。また、構成2ないし3によれば、遮光性膜パターンを備えた位相シフトマスクを得る際に構成1の方法を適用することができる。さらに、構成4によれば、半透光膜パターンを有するハーフトーン型位相シフトマスクを得る場合に構成1の方法を適用することができ、構成5によれば、構成4の方法を実施する際にその工程を単純化できる。

【0014】さらに、構成6によれば、構成1ないし5の方法に用いることができる位相シフトマスクブランクを得ることができ、構成7及び8によれば構成4ないし5の方法に用いることができる位相シフトマスクブランクを得ることができる。

【0015】

【実施例】

(実施例1) 図1ないし図6は本発明の実施例1にかかる位相シフトマスクの製造方法の工程説明図である。以下、これらの図面を参照しながら実施例1の位相シフトマスクの製造方法を説明する。なお、この実施例はハーフトーン型位相シフトマスクを製造する例である。また、位相シフトマスクブランクは位相シフトマスクを製造する途中の工程で得られるものであるので、この位相シフトマスクの製造方法の説明とあわせて説明する。製造工程の要旨は基板に位相シフト膜及び補助膜を含む膜を形成する成膜工程によって位相シフトマスクブランクを製造した後、これにパターン化処理を施すパターン形成工程によって位相シフトマスクを得るものである。以下、詳述する。

【0016】位相シフトマスクブランクの製造

主表面を鏡面研磨した石英ガラス基板(寸法;縦5×横5×厚さ0.09インチ)1上に、スパッタリング法によりCr膜を膜厚17nmに成膜し、波長365nmの露光光に対する光透過率が15%である半透光膜30を形成する。

【0017】次に、この半透光膜30の上にSiO<sub>2</sub>系被覆膜形成用塗布液(例えば、アライドシグナル社製のアキュグラス#311スピノングラス(商品名)がある。)を滴下し、スピコート法により全面に拡げ、その後焼成してバインダーの有機化合物を揮発させて、厚さ370nmのSOG(スピン・オン・ガラス)からなる位相シフト膜20を形成する。この位相シフト膜20は、上記露光光が上記半透光膜30とこの位相シフト膜20とを重ねた膜を通過したとき、その露光光の位相を180°シフトさせるものである。

【0018】次いで、この位相シフト膜20上に、半透

光膜30と同じ材料であるCrをスパッタリング法で膜厚20nmに成膜して補助膜40を形成して位相シフトマスクブランク100を得る(図1参照)。

【0019】こうして得た位相シフトマスクブランク100は、透明基板1の上に半透光膜30、位相シフト膜20及び補助膜40が順次形成されたものである。

#### 【0020】パターン形成工程

次に、上記位相シフトマスクブランク100の補助膜40の上に、ポジ型電子線レジスト(例えば、東レ株式会社製のEBR-9HS-31(商品名)がある。)を膜厚550nmに塗布し、ベークした後、このレジストに所定のパターンの電子線露光を施し、現像してレジストパターン5を形成する(図2参照)。

【0021】次に、このレジストパターン5をマスクにして、所定のエッチング液により補助膜40をエッチングして補助膜パターン4を形成する(図3参照)。

【0022】次に、このレジストパターン5及び補助膜パターン4をマスクにして、位相シフト膜20をドライエッチングして位相シフト膜パターン2を得る(図4参照)。なお、このドライエッチングは、反応性ドライエッチング方式(RIE)の平行平板型装置を用いる。その場合の条件は、エッチングガスとしてCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>との混合ガスを用い、ガス圧を0.1 Torrとし、高周波出力を200Wとする。

【0023】次いで、残存レジストパターンを熱濃硫酸で除去し(図5参照)、しかる後、所定のエッチング液を用い、位相シフト部2b上に残存する補助膜4をエッチングにより除去すると同時に、半透光膜30のうち非シフト部2aの下方の領域の部分のエッチングして除去して透光部3aと半透光部3bとからなる半透光膜パターン3を形成し、位相シフトマスク10を得る(図6参照)。

【0024】上述の実施例によって製造した位相シフトマスク10においては、半透光部3bの透過率が15%である。すなわち、半透光部3bでは実質的に露光に寄与しない強度の光を通過させる。また、この半透光部3bの上には位相シフト部2bが形成されている。この位相シフト部2bは、記露光光が上記半透光部3bとこの位相シフト部2bとを重ねた膜を通過したときその露光光の位相を180°シフトさせる位相シフト機能を担うものである。したがって、本実施例で得られた位相シフトマスク10を用いてパターン転写を行うと、光通過部3a(非シフト部2a)と半透光部3b(位相シフト部2b)とを通過する光の位相が互いに180°ずれているので、これらの境界部近傍を通過した光が互いに打ち消しあい、境界部のコントラストが良好に保持される。

【0025】また、本実施例の位相シフトマスクの製造方法によれば、位相シフト膜20のエッチングの時、エッチングと共にレジストパターンが後退しても補助膜パターン4によって位相シフト膜パターン2のパターン境

界端部がエッチングされるのが防止され、位相シフト膜パターン2のパターン境界面の断面形状がテーパ状になるのを防止できる。その場合、位相シフト膜20のエッチングの際に、後退したレジストパターンから露出した補助膜パターン4の端部がエッチングにより多少のダメージを受けるおそれがあるが、補助膜パターン4は最終的に除去してしまうので、得られる位相シフトマスク10には何等影響を及ぼすことはない。

【0026】また、本実施例においては、補助膜パターン4は、半透光膜30と同一材料で構成してあるので、半透光膜30にパターンを形成するエッチング処理の際に同時に除去することができるので、工程が簡略化でき、さらに両者の膜厚をほぼ同じエッチング時間でエッチングされるような膜厚に設定していることから、補助膜パターン4の除去程度を目視することにより、半透光膜30のエッチング時間をコントロールすることができる。

【0027】また、本実施例においては、半透光膜30及び補助膜40を導電性を供えたクロムで構成し、しかも、補助膜40はレジスト膜のすぐ上に形成されることから、レジストパターンを電子線露光する際の帯電を極めて効果的に防止でき、帯電に起因するパターン欠陥の発生を抑えることもできる。

【0028】(実施例2)図7ないし図9は実施例2にかかる位相シフトマスクの製造方法の工程説明図である。以下、これらの図を参照にしながら実施例2を説明する。なお、この実施例はクロムレス型位相シフトマスクの製造に本発明の方法を適用した例である。

【0029】まず、透明基板21上に、例えば酸化スズ-アンチモン(Sn, Sb, O<sub>2</sub>)からなる膜厚1500Åのストロームのエッチング停止膜6、SOG(スピン・オン・ガラス)からなる膜厚4070Åのストロームの位相シフト膜220、例えばクロムからなる補助膜240を成膜して位相シフトマスクブランク200を製造する(図7参照)。

【0030】次に、補助膜240上にレジストパターン25を形成し、そのレジストパターン25に沿って、補助膜240、位相シフト膜220を順次エッチングして補助膜パターン24及び位相シフト膜パターン22形成する(図8参照)。

【0031】次いで、残存レジストパターンを剥離し、さらに残存補助膜を剥離してハーフトーン型位相シフトマスク20を得る(図9参照)。この実施例も上述の実施例1と同様の利点がある。

【0032】(実施例3)図10ないし図12は実施例3にかかる位相シフトマスクの製造方法の工程説明図である。以下、これらの図を参照にしながら実施例3を説明する。なお、この実施例はエッジ強調型位相シフトマスクの製造に本発明の方法を適用した例である。

【0033】図10に示されるように、透明基板51上

にエッチング停止膜6、遮光性膜パターン33、位相シフト膜320、補助膜340を順次形成して位相シフトマスクブランク300を得る。

【0034】次に、補助膜340上にレジストパターン35を形成し、そのレジストパターン35に沿って、補助膜340、位相シフト膜320を順次エッチングして補助膜パターン34及び位相シフト膜パターン32を形成する(図11参照)。

【0035】次いで、残存レジストパターン及び残存補助膜を剥離して、位相シフト部32bと非シフト部32aとの境界面が透明基板31に対して垂直なエッジ強調型位相シフトマスク30を得る(図12参照)。

【0036】(実施例4)図13は実施例4かかる位相シフトマスクの製造方法によって製造したエッジ強調型位相シフトマスクの構成を示す断面図である。

【0037】この実施例のエッジ強調型位相シフトマスク40は実施例3の例に対して、いわば、位相差の関係を逆にしたタイプのものであるが、実施例3とほぼ同様の方法で製造することができ、同様の効果を得ることができる。但し、本実施例の場合は、例えば遮光性膜パターン42をクロムで構成した場合には、補助膜(図示せず)をA1で構成するというように、補助膜を除去するときに、遮光性膜パターンが除去されないような材料の組み合わせを選択する必要がある。

【0038】(実施例5)図14ないし図16は実施例5かかる位相シフトマスクの製造方法の工程説明図である。この実施例もエッジ強調型位相シフトマスクにかかるものである。

【0039】図14に示されるように、透明基板51上にエッチング停止膜6、位相シフト膜520、遮光性膜パターン53、補助膜540を順次形成して位相シフトマスクブランク500を得る。

【0040】次に、補助膜540上にレジストパターン55を形成し、そのレジストパターン55に沿って、補助膜540、位相シフト膜530を順次エッチングして補助膜パターン54及び位相シフト膜パターン52を形成する(図15参照)。

【0041】次いで、残存レジストパターン及び残存補助膜を剥離して、位相シフト部52bと非シフト部52aとの境界面が透明基板51に対して垂直なエッジ強調型位相シフトマスク50を得る(図16参照)。この実施例においても、実施例4と同様に補助膜を除去するときに、遮光性膜パターンが除去されないような材料の組み合わせを選択する必要がある。

【0042】(実施例6)図17は実施例6かかる位相シフトマスクの製造方法によって製造した位相シフトマスクの構成を示す断面図である。

【0043】この実施例の位相シフトマスク60は、高密度のラインアンドスペースパターンたる遮光性膜パターン63の隣り合う光通過部63a(スペース)に交互

に位相シフト部62bを配置することにより、遮光部63bの影の部分まで回り込んだ露光光が相殺されるようにしたタイプのものである。このタイプのものは、位相シフト部62bと非シフト部62aとの境界部が遮光部63bの上に位置しているため、境界面がテーパ状であっても直接の影響はないが、境界面のテーパ状部が位相シフト部62aの部分まで延長されるおそれがあり、これによって、この部分の厚さが場所によって異なるおそれが出てくる。それゆえ、結果的に、境界面を透明基板61に対して垂直に形成する必要があることは先の各実施例の場合と同様である。この実施例の位相シフトマスクは、実施例2とほぼ同様の方法で製造することができる。但し、本実施例も補助膜を除去するときに、遮光性膜パターンが除去されないような材料の組み合わせを選択する必要がある。

【0044】なお、本発明は、特に位相シフト部の少なくともエッジ部分が露出しており、その断面形状の善し悪しが直接転写パターンのコントラストに影響を及ぼすような位相シフトマスクの製造に特に適していることは勿論である。

【0045】なお、本発明においては、半透光膜はクロムのみからなるものに限らず、クロムに酸化クロム、窒化クロム、炭化クロム等を含むものでもよい。さらに、上記実施例では半透光膜と補助膜とが共にクロムからなる場合についてのべたが、半透光膜と補助膜とは必ずしも同材料でなくてもよい。例えば、半透光膜としてはモリブデンシリサイド、タンタルシリサイド、タングステンシリサイドのうち1または2以上を含むもの、あるいは、これらに窒素及び/または酸素を含有させたものを用いることができ、前記半透光膜または上記クロムを主成分とする半透光膜とCr、Al、Ti等の金属などの位相シフト膜のエッチングの選択比が高い材料からなる補助膜とを組み合わせたものであってもよい。その場合は、まず半透光膜のエッチングを行い、次に残存補助膜の除去を行うとよい。

【0046】また、上記実施例では、半透光膜のエッチングと残存補助膜の除去を所望のエッチング液を用いたウェットエッチングで行ったが、ドライエッチングを用いてもよい。

【0047】また、位相シフト膜形成の際のドライエッチングの用いるエッチングガスとしては、上記実施例の他にCHF<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、SF<sub>6</sub>のいずれか一種またはこれらの混合ガス、あるいはこれらにO<sub>2</sub>ガスを加えた混合ガスを用いてもよい。

【0048】さらに、上記実施例ではレジストパターンを形成する際に、電子線描画によりパターンを形成する場合をあげたが、これは例えばフォトマスクを用いた露光方法であってもよい。その場合には、その露光方法に応じたレジストを用いることは勿論である。

【0049】また、上記実施例では、位相シフト層はS

OGによって形成したが、 $\text{SiO}_2$ をスパッタリング法等の薄膜形成法によって形成するようにしてもよい。

【0050】さらに、半透光膜の透過率は、被転写体の露光感度によるが、通常1～50%の範囲に設定される。このような透過率は、半透光膜を上記実施例の場合のように、Crで構成した場合には、その膜厚を50～500nmにすればよい。

【0051】また、透明基板としては、石英ガラス以外に、ソーダライムガラス、アルミノボロシリケートガラス、ボロシリケートガラス等の他のガラスを用いてもよい。

【0052】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の位相シフトマスクの製造方法は、透明基板上に位相シフト部を形成するための位相シフト膜を含む膜を形成する成膜工程に、位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに前記パターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜を形成する補助膜形成工程を設けたことにより、位相シフト部の輪郭を仕切る境界面をほぼ透明基板表面に対して垂直に形成できるようにしたものであり、本発明の位相シフトマスクブランクは、本発明の方法に用いることができる位相シフトマスクブランクを得ているものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図2】実施例1の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図3】実施例1の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図4】実施例1の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図5】実施例1の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図6】実施例1の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図7】実施例2の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図8】実施例2の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図9】実施例2の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図10】実施例3の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図11】実施例3の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図12】実施例3の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図13】実施例4の位相シフトマスクの製造方法で製造した位相シフトマスクの構成を示す断面図である。

【図14】実施例5の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図15】実施例5の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図16】実施例5の位相シフトマスクの製造工程説明図である。

【図17】実施例6の位相シフトマスクの製造方法で製造した位相シフトマスクの構成を示す断面図である。

【図18】エッジ強調型位相シフトマスクの構成を示す断面図である。

【図19】クロムレス型位相シフトマスクの構成を示す断面図である。

【図20】ハーフトーン型位相シフトマスクの構成を示す断面図である。

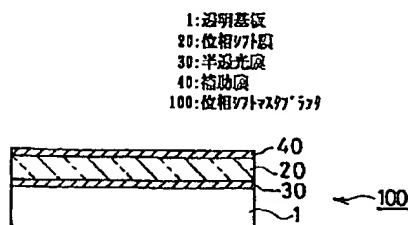
【図21】従来の位相シフトマスクの製造方法の説明図である。

【符号の説明】

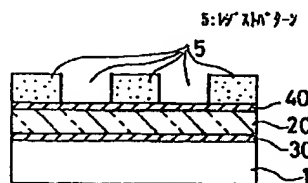
1, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91  
…透明基板、2, 22, 52, 62, 72, 82, 92  
…位相シフト膜パターン、3, 93…半透光膜パター  
ン、230…遮光性膜、4, 24, 34, 54…補助  
膜パターン、5, 25, 35, 55…レジストパター  
ン、6…エッチング停止膜、10, 20, 30, 40,  
50, 60, 70, 80, 90…位相シフトマスク、2  
0, 220, 320, 520…位相シフト膜、30…半  
透光膜、40, 240, 340, 540…補助膜、3  
3, 43, 53, 63, 73…遮光性膜パターン、1  
00, 200, 300, 500…位相シフトマスクブ  
ランク。

40

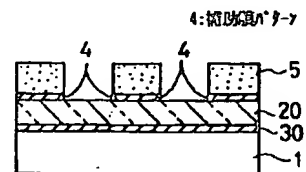
【図1】



【図2】

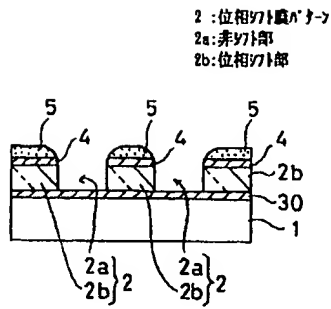


【図3】

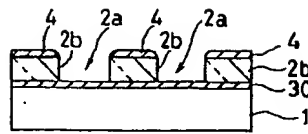




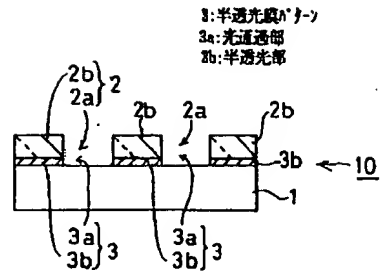
【図4】



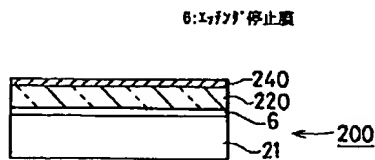
【図5】



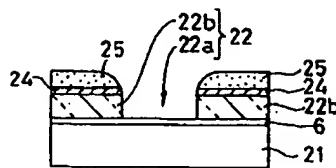
【図6】



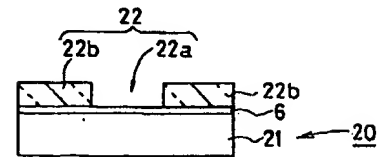
【図7】



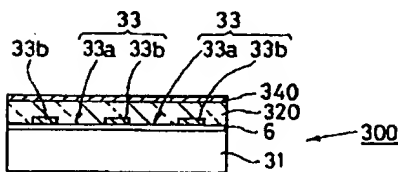
【図8】



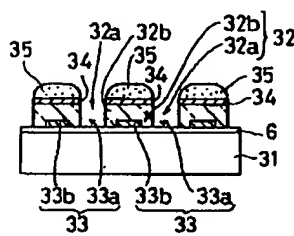
【図9】



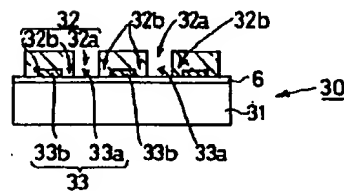
【図10】



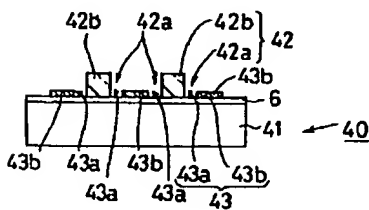
【図11】



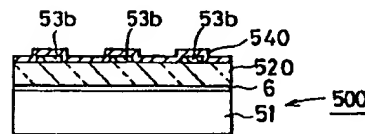
【図12】



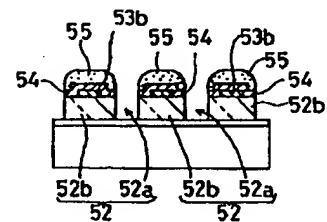
【図13】



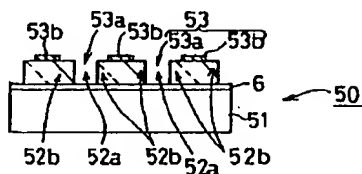
【図14】



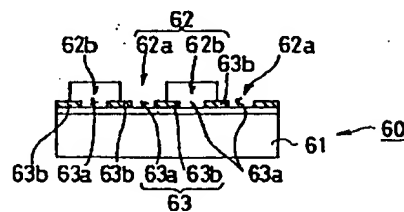
【図15】



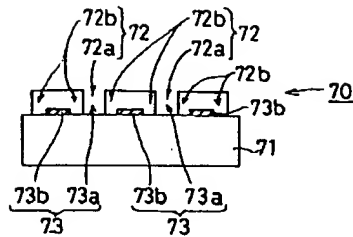
【図16】



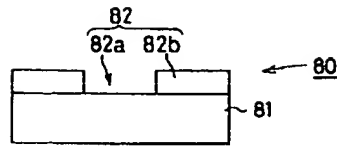
【図17】



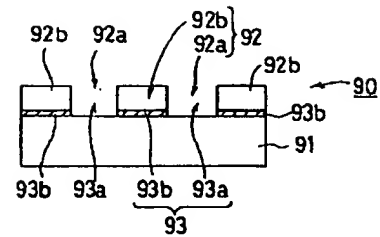
【図 1 8】



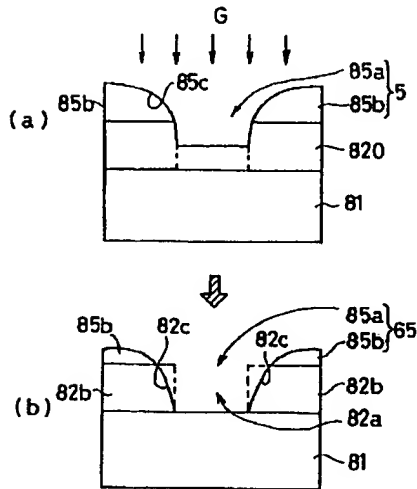
【図 1 9】



【図 2 0】



【図 2 1】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 5 年 4 月 1 5 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1】 透明基板上に、転写パターンが形成され、かつ、該パターン中には該パターンを通過する光の一部の位相をシフトさせる位相シフト部が設けられた位相シフトマスクを製造する位相シフトマスクの製造方法において、

前記透明基板上に前記位相シフト部を形成するための位相シフト膜を含む膜を形成する成膜工程と、  
少なくとも前記位相シフト膜にエッチング処理を含むパターン化処理を行なうパターン形成工程とを有し、  
前記成膜工程には、前記位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに前記パターン形成工程における位相シフト膜のパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜を形成する補助膜形成工程を備えたことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 8

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 8】 請求項 7 に記載の位相シフトマスクブランクにおいて、  
前記半透光膜と前記補助膜とを同じエッチング媒質によってエッチング可能な材料で構成したことを特徴とする位相シフトマスクブランク。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 0

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】 上述の課題を解決するために本発明にかかる位相シフトマスクの製造方法は、

(1) 透明基板上に、転写パターンが形成され、かつ、該パターン中には該パターンを通過する光の一部の

位相をシフトさせる位相シフト部が設けられた位相シフトマスクを製造する位相シフトマスクの製造方法において、前記透明基板上に前記位相シフト部を形成するための位相シフト膜を含む膜を形成する成膜工程と、少なくとも前記位相シフト膜にエッチング処理を含むパターン化処理を行なうパターン形成工程とを有し、前記成膜工程には、前記位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに前記パターン形成工程における位相シフト膜のパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜を形成する補助膜形成工程を備えたことを特徴とする構成とした。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 2

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 2】さらに、本発明にかかる位相シフトマスクブランクは、(6) 構成 1 ないし 5 のいずれかの位相シフトマスクの製造方法に用いる位相シフトマスクブランクであって、透明基板上に、位相シフト膜と、該位相シフト膜の上に他の膜を介して又は介さずに設けられており、前記位相シフト膜に施すパターン化処理における

エッチング処理に対して耐性を有する補助膜とを有する構成、又は、(7) 構成 4 ないし 5 の位相シフトマスクブランクの製造方法に用いる位相シフトマスクブランクであって、透明基板上に、実質的に露光に寄与しない強度の光を透過させる半透光膜と、位相シフト膜と、該位相シフト膜に施すパターン化処理におけるエッチング処理に対して耐性を有する補助膜とを有する構成とし、また、構成 7 の態様として、(8) 構成 7 の位相シフトマスクブランクにおいて、前記半透光膜と前記補助膜とを同じエッチング媒質によってエッチング可能な材料で構成したことを特徴とする構成としたものである。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 0

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 5 0】さらに、半透光膜の透過率は、被転写体の露光感度によるが、通常 1 ～ 5 0 % の範囲に設定される。このような透過率は、半透光膜を上記実施例の場合のように、Cr で構成した場合には、その膜厚を 1 0 ～ 2 0 0 nm にすればよい。